

POWER SOURCE FOR HIGH FREQUENCY PLASMA GENERATING DEVICE

Patent Number: JP8167500
Publication date: 1996-06-25
Inventor(s): ITO YOJI; KINDAICHI YOUZOU
Applicant(s): JEOL LTD
Requested Patent: ☐ JP8167500
Application Number: JP19940311650 19941215
Priority Number(s):
IPC Classification: H05H1/46
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To realize a power source for a high frequency plasma device which makes it possible to rapidly suppress arc discharge after the arc discharge occurs and to put the plasma device into operation immediately after the arc discharge is extinguished.

CONSTITUTION: Reflecting power of high frequency power supplied to a load being detected, then a detected signal thereof being differentiated by a differential circuit 11, intensity of the differentiated signal is put in comparison made by a comparison circuit 12 to find occurrence of arc discharge. In the event that arc discharge occurs, pulse signals are generated by a pulse mode circuit 13, and the arc discharge is extinguished by supplying the load with pulsed high frequency power based on the pulse signals.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(51) Int.Cl.⁶
H 0 5 H 1/46識別記号 片内整理番号
M 9216-2G
R 9216-2G

P I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-311650

(22) 出願日 平成6年(1994)12月15日

(71) 出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72) 発明者 伊藤 洋司

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本
電子株式会社内

(72) 発明者 金田一 要三

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本
電子株式会社内

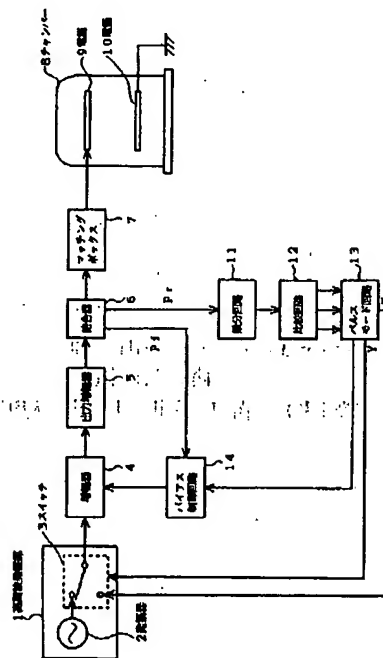
(74) 代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

(54) 【発明の名称】 高周波プラズマ発生装置用電源

(57) 【要約】

【目的】 アーク放電の発生後にアーク放電を速やかに抑制し、アーク放電の消去後は直ちにプラズマ装置の運転を可能とする高周波プラズマ装置の電源を実現する。

【構成】 負荷に供給される高周波電力の反射電力を検出し、その検出信号を微分回路11で微分し、微分信号強度を比較回路12で比較してアーク放電の発生を検出する。アーク放電が発生した場合、パルスモード回路13によってパルス信号を発生させ、このパルス信号に基づくパルス高周波電力を負荷に供給してアーク放電を消去する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波プラズマ発生装置内におけるアーク放電の発生を検出する手段を設け、アーク放電の発生が検出された場合に、パルス状の高周波を高周波プラズマ発生装置に供給するように構成した高周波プラズマ発生装置用電源。

【請求項2】 高周波プラズマ発生装置内におけるアーク放電の発生とその大きさを検出する手段を設け、アーク放電の発生が検出された場合に、パルス状の高周波を高周波プラズマ発生装置に供給するように構成すると共に、アーク放電の大きさに応じてパルス状の高周波のパルス幅などを制御するように構成した高周波プラズマ発生装置用電源。

【請求項3】 高周波プラズマ発生装置内におけるアーク放電の発生とその大きさを検出する手段を設け、アーク放電の発生が検出された場合に、パルス状の高周波を高周波プラズマ発生装置に供給するように構成すると共に、所定以上の大きさのアーク放電が発生した場合には、高周波プラズマ発生装置への高周波出力の供給を制限又は停止するように構成した高周波プラズマ発生装置 20 用電源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高周波プラズマスパッタ装置やイオンプレーティング装置などの高周波プラズマ装置に使用して最適な電源に関する。

【0002】

【従来の技術】 高周波プラズマスパッタ装置などでは、特定雰囲気チャンパー内に配置された2枚の電極間やアンテナに高周波電力を供給し、チャンパー内に高周波 30 プラズマを形成している。このような高周波プラズマ装置において、チャンパー内にアーク放電が発生すると、局部的に強い放電が集中し、ターゲットが粒状に飛散したり、ターゲット材料がスパッタされたりして、良好な成膜が不可能となる。特にLSIなどの製造過程でこのような高周波プラズマ装置を用い、スパッタなどを行う場合にアーク放電が発生すると、回路が断線したりショートしたりする。また、時としてアーク放電によりサブストレートにダメージを与える場合もある。

【0003】 上記のような問題を考慮し、高周波プラズマ 40 装置の電源回路では、アーク放電が生じたことを検出してアーク放電を速やかに遮断するための回路が設けられている。ところで、高周波電力のパワーを大きくしていくと、アーク放電が全く生じない領域から、しだいにアーク放電が起きてもすぐに消えてしまう領域へと移行し、ついにはアーク放電が持続して消えない領域となる。そこでアーク放電を遮断する回路においては、チャンパー内でグロー放電からアーク放電に移行し始めた時に、アーク放電を検知しそれを速やかに遮断している。アーク放電の検出方式としては、チャンパー内に設けら 50

れた2枚の電極の内、非接地電極の直流電圧の変化を検出する方法、高周波の入力電力や反射電力を検出する方法などが用いられている。これらの検出方法でアーク放電を検出した後、所定時間高周波電力の供給を制限又は停止し、その後、再び高周波電力のパワーを自動的に復帰させるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記したアーク放電を遮断する回路では、アーク放電を検知した後に所定時間高周波電力の供給を停止するようにしているが、この方式では十分にアーク放電を抑制することができない場合がある。逆に、アーク放電を十分に抑制するために必要以上に長い時間高周波電力の供給を停止すると、グロー放電の維持ができなくなり、その後の装置の運転に支障を来すことになる。

【0005】 本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、その目的は、アーク放電の発生後にアーク放電を速やかに抑制し、アーク放電の消去後は直ちにプラズマ装置の運転を可能とする高周波プラズマ装置の電源を実現するにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 請求項1の発明に基づく高周波プラズマ装置の電源は、高周波プラズマ発生装置内におけるアーク放電の発生を検出する手段を設け、アーク放電の発生が検出された場合に、パルス状の高周波を高周波プラズマ発生装置に供給するように構成したことを特徴としている。

【0007】 請求項2の発明に基づく高周波プラズマ装置の電源は、高周波プラズマ発生装置内におけるアーク放電の発生とその大きさを検出する手段を設け、アーク放電の発生が検出された場合に、パルス状の高周波を高周波プラズマ発生装置に供給するように構成すると共に、アーク放電の大きさに応じてパルス状の高周波のパルス幅などを制御するように構成したことを特徴としている。

【0008】 請求項3の発明に基づく高周波プラズマ装置の電源は、高周波プラズマ発生装置内におけるアーク放電の発生とその大きさを検出する手段を設け、アーク放電の発生が検出された場合に、パルス状の高周波を高周波プラズマ発生装置に供給するように構成すると共に、所定以上の大きさのアーク放電が発生した場合には、高周波プラズマ発生装置への高周波出力の供給を制限又は停止するように構成したことを特徴としている。

【0009】

【作用】 請求項1の発明に基づく高周波プラズマ装置の電源は、アーク放電の発生によりパルス状の高周波を負荷に供給する。

【0010】 請求項2の発明に基づく高周波プラズマ装置の電源は、アーク放電の発生によりパルス状の高周波を負荷に供給すると共に、アーク放電の大きさに応じて

3

パルス状の高周波のパルス幅又はパルスピーク出力などを制御する。

【0011】請求項3の発明に基づく高周波プラズマ装置の電源は、アーク放電の発生によりパルス状の高周波を負荷に供給すると共に、所定以上の大きさのアーク放電が発生した場合には、高周波プラズマ発生装置への高周波出力の供給を停止又は制限する。

【0012】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。図1は本発明の一実施例である高周波プラズマ装置の電源を示しており、1は高周波発振部である。高周波発振部1内には高周波発振器2と高周波発振器2が接続されたスイッチ3が含まれている。高周波発振部1からの高周波は増幅器4、出力増幅器5によって増幅される。出力増幅器5からの高周波電力は方向性結合器6を介してマッチングボックス7に供給される。マッチングボックス7によって整合された高周波電力はチャンパー8内の平行平板電極9、10の一方の電極9に供給される。なお、他方の電極10は接地されている。

【0013】方向性結合器6によって検出された反射電力 P_r は、微分回路11に供給されて微分される。微分回路11によって微分された信号は比較回路12に供給されるが、比較回路12からの信号はパルスモード回路13に供給される。パルスモード回路13からのパルス高周波信号は高周波発振部1のスイッチ3に供給され、また、回路13からの切換信号はスイッチ3の切換えに用いられ、反射電力 P_r のリミット信号はバイアス制御回路14に供給される。バイアス制御回路14は増幅器4の増幅率を制御する。このような構成の動作を次に説明する。

【0014】通常の状態では、高周波発振部1内の高周波発振器2からの高周波がスイッチ3を介して増幅器4に供給される。高周波増幅器4、出力増幅器5によって増幅された高周波電力は、方向性結合器6、マッチングボックス7を介してチャンパー8内の電極9に供給される。チャンパー8内は、例えば、スパッタ装置であればスパッタ用のプラズマ形成に適した雰囲気維持されており、高周波電力の供給により、チャンパー8内にはプラズマが形成される。詳細には図示していないが、チャンパー8内に形成されたプラズマからのイオンにより所定のスパッタ動作が実行される。

【0015】さて、方向性結合器6により検出された反射電力信号 P_r は、微分回路11に供給される。図2は微分回路11、比較回路12、パルスモード回路13の詳細を示している。方向性結合器6からの反射電力信号 P_r は微分回路11内の3つの微分回路15、16、17に供給されて微分される。それぞれの微分回路15、16、17の出力信号は、それぞれ比較回路12内の3つの比較回路18、19、20に供給される。比較回路18は微分信号と基準信号Aと比較し、比較回路19は

4

微分信号と基準信号Bと比較し、比較回路20は微分信号と基準信号Cと比較する。なお、各基準信号の大きさは、 $A > B > C$ となっている。

【0016】図3は信号波形を示しており、(a)は反射電力信号を示している。図3(a)の反射電力信号は微分回路11で微分され、図3(b)の微分信号が得られる。なお、反射電力信号の内、一定のレベルL以下の信号はアーク放電に基づくものではないとして事前にクリップされている。微分信号の内、レベルC以上のものがアーク放電による信号であり、B以上の微分信号は中程度のアーク放電を示し、A以上の強度の微分信号が得られた場合には、大強度のアーク放電の発生を示している。

【0017】各比較回路18、19、20では、微分信号と各基準信号との比較を行い、微分信号強度が各基準信号より大きい場合にはハイレベル信号を発生する。例えば、微分信号強度がレベルCとレベルBとの間であれば、比較回路20の出力信号のみがハイレベル信号となる。また、微分信号強度がレベルBとレベルAとの間であれば比較回路20と19の出力信号がハイレベル信号となる。更に、微分信号強度がレベルA以上であれば、3つの比較回路18、19、20の全てからハイレベル信号が得られる。各比較回路18、19、20の出力信号はパルスモード回路13に供給されるが、パルスモード回路13は、ホールド回路21、パルスモード切換回路22、パルス発生器23、パルス制御回路24、パルス出力回路25とより構成されている。

【0018】パルスモード切換回路22は、各比較回路の出力信号に基づいて、アーク放電の強度を認識し、それに基づいてパルス制御回路24を制御し、また、クリップ信号をバイアス制御回路14に供給する。パルス制御回路24は、パルス発生器23から発生したパルス信号の幅と休止時間、パルスピーク出力などを制御する。パルス出力回路25は、パルス制御回路24からのパルス信号を高周波発振部1のスイッチ3に供給する。ホールド回路21はアーク放電の大小に応じてパルス出力回路25からのパルス信号の出力時間を制御する。

【0019】各比較回路18、19、20の出力信号はパルスモード回路13のホールド回路21とパルスモード切換回路22に供給される。パルスモード切換回路22は3つの比較回路18、19、20からの3種の信号に基づいて、アーク放電の発生とその大小を判別する。すなわち、3つの比較回路からの信号がすべてローレベルの場合には、アーク放電が生じていない状態であり、この場合にはパルスモード回路13は実質的に何等の動作も行わない。

【0020】次に、比較回路20からの信号のみがハイレベルとなった場合には、小規模のアーク放電が発生したことであり、パルスモード切換回路22は、高周波発振部1のスイッチ3の切換信号を発生し、端子Xを経由

してスイッチ3に供給する。更に、切換回路22はパルス制御回路24を制御し、パルス発生器23からのパルス信号のパルス幅、休止時間又はパルスピーク出力を制御する。この結果、増幅器4には、パルスモード回路13からのパルス信号が端子Yを経由して供給される。なお、小さなアーク放電の場合には、例えば、パルス間隔が比較的短く、またパルスピーク出力も高く維持される。

【0021】この結果負荷であるプラズマ装置の電極9には、パルス状の高周波出力が供給され、このパルス状高周波出力は連続波の高周波出力に比べて小パワーであるため、アーク放電の発生は著しく少なくなるか、速やかに消滅させられる。なお、アーク放電が小さいため、比較的パルス間隔が短くされており、それ程高周波パワーが減少しないので、グロー放電が消滅することはない。ホールド回路21は比較回路18、19、20からの信号を監視しており、アーク放電の発生がほとんどなくなった状態で、パルス出力回路25からのパルス信号の供給を停止し、更に、スイッチ3は切り換えられて、負荷には高周波発振器2からの連続した高周波出力が供給される。

【0022】次に、比較回路20と19からの信号がハイレベルとなった場合には、中程度のアーク放電が発生したことであり、この場合、パルスモード切換回路22はパルス制御回路24を制御し、例えば、比較的パルス間隔が長い、すなわち、パルス休止時間が長いパルスをパルス出力回路25に供給する。この結果負荷であるプラズマ装置の電極9には、パルス状の高周波出力が供給され、このパルス状高周波出力は連続波の高周波出力に比べて小パワーであるため、中程度のアーク放電であってもアーク放電の発生は著しく少なくなるか、速やかに消滅させられる。また、このパルス信号によっても、グロー放電が消滅することがないようにそのパルス信号の幅、パルスピーク出力などが制御される。この場合でも、ホールド回路21は比較回路18、19、20からの信号を監視しており、アーク放電の発生がほとんどなくなった状態で、パルス出力回路25からのパルス信号の供給を停止し、更に、スイッチ3は切り換えられて、負荷には高周波発振器2からの連続した高周波出力が供給される。

【0023】次に、3つの比較回路20、19、18からの信号の全てがハイレベルとなった場合には、大規模なアーク放電が発生したことであり、この場合には、瞬時にアーク放電を停止させる必要があることから、パルスモード切換回路22から端子Zを経由してバイアス制御回路14にクリップ信号が供給される。バイアス制御回路14は、このクリップ信号の供給を受けて増幅器4を制御し、高周波出力の負荷であるプラズマ装置の電極9への供給を停止する。この結果、アーク放電は瞬時に停止する。所定時間経過後、クリップ信号の供給は停止

され、再び高周波発振部1からの高周波出力が増幅器4で増幅され、負荷に供給される。

【0024】上記した実施例では、アーク放電を高周波の反射電力を監視することによって検出するようにしたが、負荷に供給される高周波出力の直流分を検出してアーク放電の発生を監視しても良い。図4は別のアーク放電の検出方式を示しており、図1の実施例と同一部分には同一番号が付されている。負荷であるプラズマ装置の一方の電極9に供給される高周波出力は、コイル30を介してその直流成分が端子31に得られ、この直流分によってアーク放電の発生とアーク放電の大きさを検出するようにしても良い。

【0025】以上本発明の一実施例を詳述したが、本発明はこの実施例に限定されない。例えば、アーク放電の大きさを判別するために比較回路を3種類用いたが、4つ以上の比較回路を用いてより細かくアーク放電の大きさを判別し、その大きさに応じてパルス信号の制御（パルス幅、パルスピーク出力等の制御）をきめ細かく行っても良い。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明ではアーク放電の発生によりパルス状の高周波を負荷に供給するようにしたので、アーク放電を速やかに抑制できると共に、グロー放電まで消去することがなく、アーク放電の消去後は直ちにプラズマ装置の運転を可能とすることができる。

【0027】また、本発明では、アーク放電の発生によりパルス状の高周波を負荷に供給すると共に、アーク放電の大きさに応じてパルス状の高周波のパルス幅などを制御するように構成したので、アーク放電の大きさに応じて最適にアーク放電を抑制し、放電の状態を最適に制御することができる。

【0028】更に、本発明では、アーク放電の発生によりパルス状の高周波を負荷に供給すると共に、所定以上の大きさのアーク放電が発生した場合には、高周波プラズマ発生装置への高周波出力の供給を停止するように構成したので、負荷において大きな影響が生じる危険性のあるような大きなアーク放電が発生した場合には、瞬時にアーク放電を消去させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である高周波プラズマ装置の電源を示す図である。

【図2】図1における微分回路11、比較回路12、パルスモード回路13の詳細を示す図である。

【図3】信号波形を示す図である。

【図4】アーク放電の検出方式の他の例を示す図である。

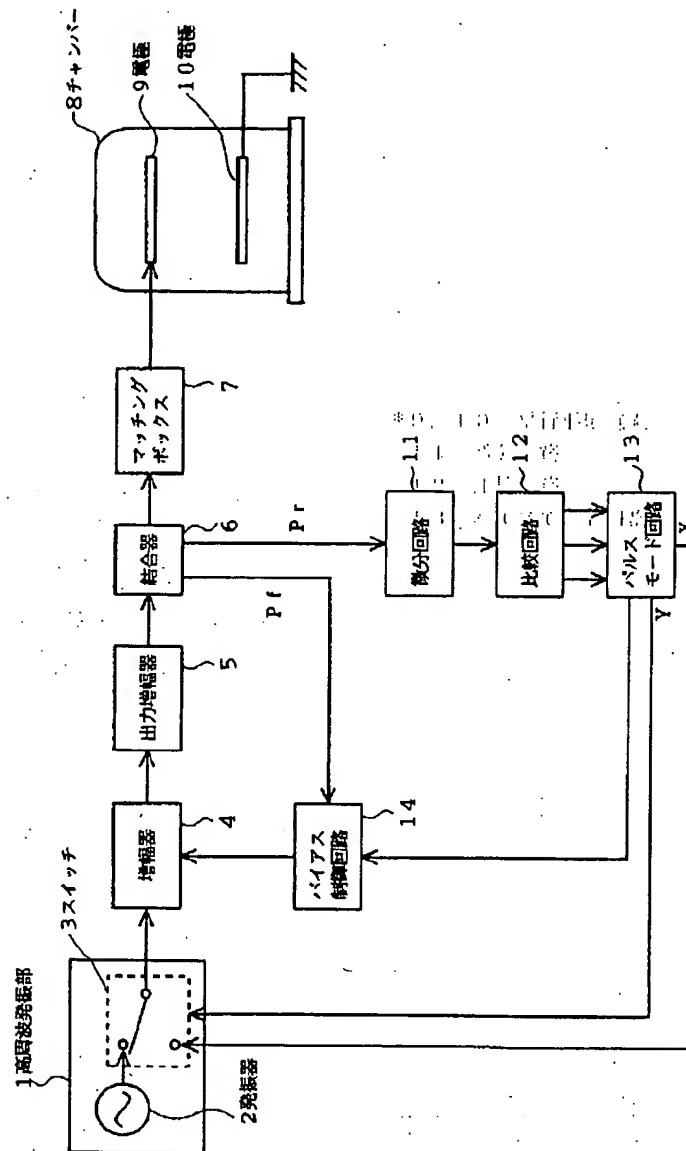
【符号の説明】

- 1 高周波発振部
- 2 高周波発振器

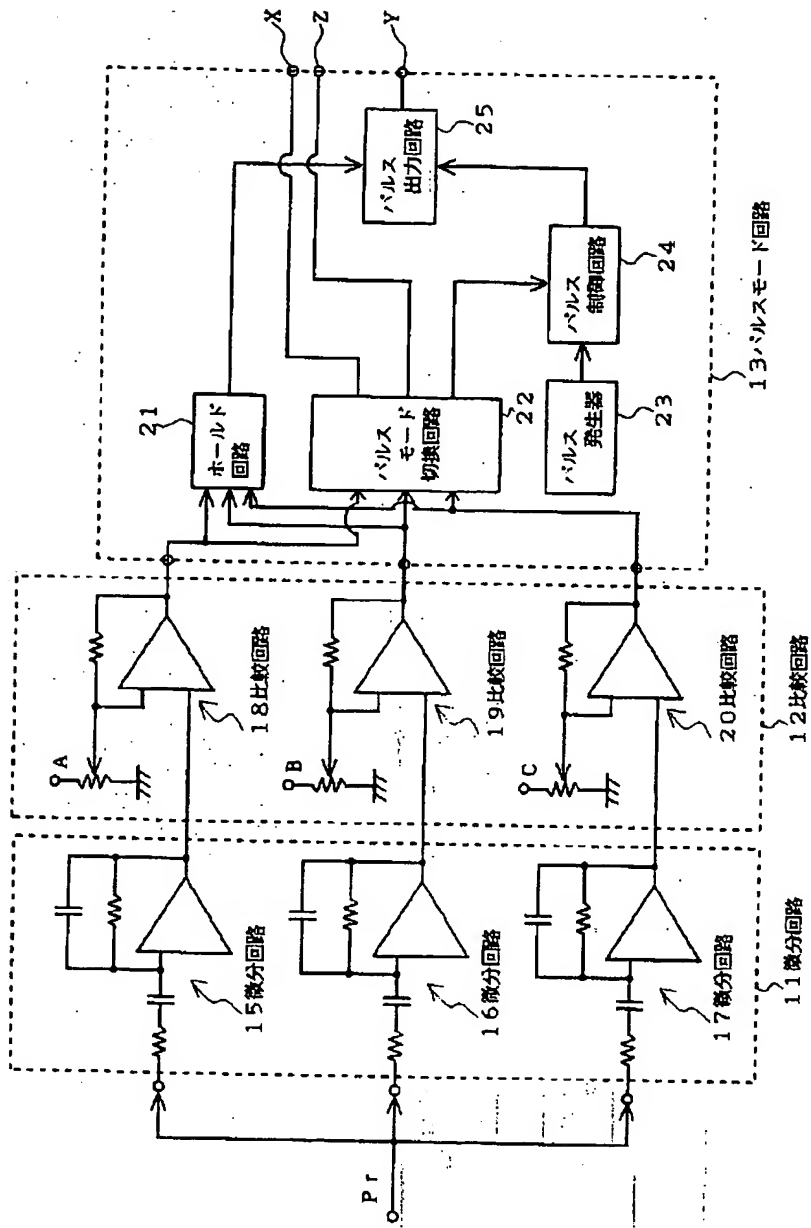
- 3 スイッチ
4, 5 増幅器
6 方向性結合器
7 マッチングボックス
8 チャンバー

- * 9, 10 平行平板電極
11 微分回路
12 比較回路
13 パルスモード回路
* 14 バイアス制御回路

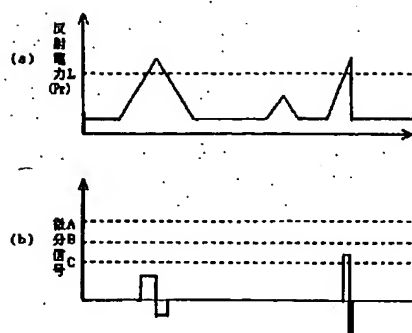
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

